

OPTICAL SWITCH

Patent Number: JP58049916
Publication date: 1983-03-24
Inventor(s): SHIRASAKI MASATAKA
Applicant(s): FUJITSU KK
Requested Patent: ☐ JP58049916
Application Number: JP19810148290 19810919
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/31
EC Classification:
Equivalents: JP1736964C, JP4002934B

Abstract

PURPOSE:To obtain a small-sized phase difference intensity converting element having no polarization dependence, by using tapered double-refracting materials as a polarized light separating element and a polarized light synthesizing element.

CONSTITUTION:The light incident from an optical fiber 1 becomes parallel through a lens (a), and normal rays and abnormal rays separated from each other by angles in a polarized light separating element 11 consisting of a tapered double-refracting plate are incident to an electrooptic element 12 as a phase difference converting element and become elliptically polarized lights by the phase difference. These lights are incident to a polarized light synthesizing crystal 11' which has the optical axis shifted at a certain angle from that of the element 11 and has the same cut taper angle as the element 11 and has the optical axis at 45 deg. to the principal axis of the element 12 similarly to the element 11, and the normal light and the abnormal light are emitted as parallel rays 13 and 14, respectively and are converged to an optical fiber 4 through a lens (b). Meanwhile, the separation angle of components where the plane of polarization is rotated by the element 12 is increased through the element 11', and these components are not incident to the optical fiber 4. The applied voltage of the element 12 is controlled to realize a phase difference intensity converting element having no polarization dependence.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平4-2934

⑬ Int. Cl.⁵G 02 F 1/31
1/03
1/09

識別記号

5 0 5
5 0 5

庁内整理番号

7246-2K
7159-2K
7159-2K

⑭公告 平成4年(1992)1月21日

発明の数 1 (全4頁)

⑮発明の名称 光変調器

審 判 昭62-14965

⑯特 願 昭56-148290

⑰公 開 昭58-49916

⑱出 願 昭56(1981)9月19日

⑲昭58(1983)3月24日

⑳発 明 者 白 崎 正 孝 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

㉑出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉒代 理 人 弁理士 井 桁 貞一

審判の合議体 審判長 藤 田 泰 審判官 矢 沢 清 純 審判官 寺 山 啓 進

㉓参 考 文 献 特開 昭47-5490 (JP, A)

1

㉔特許請求の範囲

1 入射用光ファイバと、

該入射用光ファイバから出射された光を平行ビームとする第1のレンズと、

テーパー状の複屈折物質板よりなる第1の偏光分離素子と、

偏光面変換素子と、

テーパー状の複屈折物質板よりなる第2の偏光分離素子と、

該第2の偏光分離素子から出射される平行光を受光用光ファイバに集束する第2のレンズと、

受光用光ファイバとがこの順序に光軸上に設置された光変調器であつて、

上記第1の偏光分離素子及び上記第2の偏光分離素子が同一の複屈折物質よりなり、そのテーパー角が同一で、且つ、該第1の偏光分離素子の頂部と底部は各々該第2の偏光分離素子の底部と頂部に対向し対応する面が互いに平行に設置され、該第1の偏光分離素子の光学軸と該第2の偏光分離素子の光学軸は該光軸に略垂直な互いに略平行な面上に存在し、且つ、互いに0°(もしくは90°)の角をなして配置されており、

該テーパー角は、平行光が該第1の偏光分離素子、上記偏光面変換素子、該第2の偏光分離素子を通過後、該偏光面変換素子による偏光面回転角が90°(もしくは0°)の場合、該第2の偏光分離素

2

子を通過した光ビームと上記第2のレンズの光軸のなす分離角 ϕ が

$\tan\phi > a/f$ (f は第2のレンズの焦点距離、 a は受光用光ファイバのコア径)を満たすテーパー角であり、

入射用光ファイバからの光は第2のレンズで焦点を結んだ時、該偏光面変換素子による偏光面回転角が0°(もしくは90°)の場合に光が受光用光ファイバに集束され、該偏光面回転角が90°(もしくは0°)の場合に受光用光ファイバ端面のファイバ軸より受光用光ファイバのコア径以上離れた点に集光するように光を偏向することを特徴とする光変調器。

2 上記偏光面変換素子が電気光学素子であり、上記第1の偏光分離素子の光学軸と該電気光学素子の主軸とのなす角度及び該電気光学素子の主軸と上記第2の偏光分離素子の光学軸のなす角度が等しく45°であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光変調器。

3 上記偏光面変換素子が磁気光学素子である特許請求の範囲第1項記載の光変調器。

発明の詳細な説明

本発明は偏光依存性を改良した位相差強度変換素子に関する。

位相差強度変換素子は機能的には位相差変調素子(例えば偏光面回転をおこすファラデー回転素子

3

や楕円偏光化をおこす電気光学素子など) による位相差を透過光強度に変換する部品として用いられる。

従来その為の方法として第 1 図の毎偏光子 2、検光子 2' 用いる。構成法は例えば電気光学素子の場合、外部からの動作に応じ偏光面の直交する 2 成分に対し位相差を与える機能の位相差変調素子 3 を置き、その前後に偏光子 2、検光子 2' を置き、しかも偏光子 2、検光子 2' をそれぞれ使用目的に応じた設定角度におくことによりな

される。すなわち、光ファイバ 1 から出射された光を第 1 のレンズ I で平行ビームにした後平行光 5 を偏光子 2 により、特定方向の直線偏光成分のみを透過させ、他は反射除去する。偏光子 2 を透過した直線偏光は位相差変調素子 3 により楕円化され出射される。この光のうち、検光子 2' の主軸方向の直線偏光成分のみが検光子 2' を透過し、第 2 のレンズ II により集束され光ファイバ 4 に入射するように配置する。

従つて位相差変調素子 3 によつて受ける偏光面回転角が θ (もしくは $\theta + 2/\pi$) の成分のみが光ファイバ 4 に入る時には偏光面回転角が $\theta + 2/\pi$ (もしくは θ) の成分は検光子 2' で反射され光ファイバ 4 には入らない。このようにして偏光面回転角が θ (もしくは $\theta + 2/\pi$) の成分を通過するような位相差強度変換素子となる。

しかしながら上記位相差強度変換素子は入射用光ファイバ 1 から入力した光に対して偏光依存性を有するもとなつてゐる。即ち入射光線に対して特定の偏光に対してしか偏光子 2 を透過させず残りの光は捨てられており、有効に用いられていなかった。

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、入射光に対して 100% 有効に使用できる位相素強度変換素子を提供するものである。

即ち本発明は入射用光ファイバと、該入射用光ファイバから出射された光を平行ビームとする第 1 のレンズと、テーパー状の複屈折物質板よりなり第 1 の偏光分離素子と、偏光面変換素子と、テーパー状の複屈折物質板よりなる第 2 の偏光分離素子と、該第 2 の偏光分離素子から出射される平行光を受光用光ファイバに集束する第 2 のレンズと、受光用光ファイバとがこの順序に光軸上に設

4

置された光変調器であつて、上記第 1 の偏光分離素子及び上記第 2 の偏光分離素子が同一の複屈折物質よりなり、そのテーパー角が同一で、且つ、該第 1 の偏光分離素子の頂部とは底部は各々該第 2 の偏光分離素子の底部と頂部に対向し対応する面が互いに平行に設置され、該第 1 の偏光分離素子の光学軸と該第 2 の偏光分離素子の光学軸は該光軸に略垂直な互いに略平行な面上に存在し、且つ、互いに 0° (もしくは 90°) の角をなして配置されており、該テーパー角は、平行光が該第 1 の偏光分離素子、上記偏光面変換素子、該第 2 の偏光分離素子を通過後、該偏光面変換素子による偏光面回転角が 90° (もしくは 0°) の場合、該第 2 の偏光分離素子を通過した光ビームと上記第 2 のレンズの光軸のなす分離角 ϕ が $\tan \phi > a/f$ (f は第 2 のレンズの焦点距離、 a は受光用光ファイバのコア径) を満すテーパー角であり、入射用光ファイバからの光は第 2 のレンズで焦点を結んだ時、該偏光面変換素子による偏光面回転角が 0° (もしくは 90°) の場合に光が受光用光ファイバに集束され、該偏光面回転角が 90° (もしくは 0°) の場合には受光用光ファイバ端面のファイバ軸より受光用光ファイバのコア径以上離れた点に集光するように光を偏向する光変調器を提供するものである。

以下本発明の実施例を第 2 図に示すテーパー状の複屈折物質板を偏光分離素子及び偏光合成素子として用いた光変調器を参照して詳細に説明する。

第 2 図で 1 は入射用光ファイバ、I は第 1 のレンズ、11 はテーパー状の複屈折物質板から成る偏光分離素子、12 は偏光面変換素子、11' はテーパー状の複屈折物質から成り偏光分離素子 11 と光学軸を一定角度 0° (もしくは 90°) ずらして切出し、しかも同一の物質の場合にはテーパー角の等しい偏光合成素子、II は第 2 のレンズ、4 は受光用光ファイバ、13、13'、14、14' は光線である。なお、偏光分離素子 11、偏光合成素子 11' の光学軸は各々入射光線もしくはレンズの光軸に対し略垂直な互いに略平行な面上に存在し、且つ、互いに 0° (もしくは 90°) の角をなして配置されて設置される。尚、第 2 図に示されるテーパー状の複屈折板よりなる偏光分離素子 11、11' の断面が台形状の上底部 (短辺側) を

5

偏光分離素子の頂部、台形状の下底部（長辺側）を偏光分離素子の底部として表す。

まず偏光分離素子 11 で角度分離された常光線 o 及び異常光線 e に位相差変調素子 12 によつて偏光面回転角 0° （もしくは 90° ）が加えられた時には偏光合成素子 11' によつて角度分離が打消されて平行光 13, 14 となり、第 2 のレンズロで集光した場合 0° （もしくは 90° ）の偏光面回転を与えられた常光 o および e を共に受光用光ファイバ 4 に集光する。このことは第 3 図 a に模式的に示される。

次に偏光分離素子 11 で角度分離された常光線 o 及び異常光線 e に位相差変調素子 12 によつて偏光面回転角 90° （もしくは 0° ）が加えられた時には偏光面回転角 90° （もしくは 0° ）加えられた常光線 o は偏光合成素子 11' において異常光線としてふるまい、他方偏光面回転角が 90° （もしくは 0° ）加えられた異常光線 e は偏光合成素子 11' において常光線としてふるまい第 2 図の 13', 14' に示される如く偏光合成素子 11' によつて角度分離が増大される。従つて第 2 のレンズロで集光した場合 90° （もしくは 0° ）の偏光面回転を与えられた常光及び異常光をそれぞれ集光位置が受光用光ファイバ 4 の端面の光ファイバ軸よりファイバコア径以上離れるように常光と異常光に角度分離を与える。このことは第 3 図 b に模式的に示される。

即ちレンズの焦点距離を f 、光ファイバのコア径を a とすると偏光分離素子 11 と偏光合成素子 11' での分離角 ϕ は等しく（例えば両者を同一の物質で作る場合にはテーパー角が等しく）その値 ϕ は

$$\tan \phi > \frac{a}{f}$$

である。

電気光学結晶を用いた場合について具体的に説明する。偏光分離素子 11、偏光合成素子 11' を光が透過するときに常光 o と異常光 e とで屈折角度が異なるため偏光分離が行える。複屈折物質から成る第 1 のテーパー状の偏光分離素子 11 に光を入射させると、偏光によつて屈折率が異なるので、常光と異常光とに分れて別方向に屈折し位相差変調素子としての電気光学素子に入射する。

電気光学結晶としては光の波長にもよるが

6

ZnTe、GaAs等を用いることができる。この結晶軸を直線偏光した入射光の偏波方向に対して適切に設定しておく、入射光を直交する二成分に分解した各成分は入射面では同位相であるが、結晶中では印加電圧により定まり偏波方向によつて異なる屈折率を各々受けながら出射光となる。電気光学効果によつて屈折率が大きくなる軸の方向に偏波面を持つ成分は遅く進み、屈折率が小さくなる軸の方向に偏波面を持つ成分は速く進む。この結果、結晶を出射したあとの両成分間には、印加電圧によつて比例して位相差が生じ、これを合成した光は一般に楕円偏光になっている。

位相差変調素子としての電気光学素子 12 によりそれぞれ位相差を受け楕円化した常光及び異常光は複屈折物質からなる 11 と光学軸を一定角度ずらして切出しテーパー角の等しい第 2 のテーパー状の偏光合成素子 11' に入射される。第 2 のテーパー状の偏光合成素子 11' の光学軸はその軸と電気光学素子の主軸のなす角度が電気光学素子の主軸と第 1 のテーパー状の偏光分離素子 11 の光学軸がなす角度に等しくかつ 45° であるように、光線方向のまわりに回転したものをを用いているので、常光・異常光に対し電気光学素子により偏光面回転を受けない成分は第 2 のテーパー状の偏光合成素子 11' の内部での常光、異常光にそれぞれ対応するため偏光合成素子 11' を透過した常光と異常光は互いに平行光線 13, 14 となつて出射される。この常光、異常光の平行光線をレンズロで光ファイバ 4 に集束できる。

一方常光・異常光に対し電気光学素子により 90° の偏光面回転を受けた成分は第 2 のテーパー状の偏光合成素子 11' に入射した後、それぞれ異常光、常光となるため、屈折透過光 13', 14' は分離角がさらに増大し、第 2 のレンズで集光しても受光用光ファイバ 4 には入らない。

なお受光用光ファイバ 4 をパワーメーターに接続しておけば、パワーメーターには印加電圧に応じた光出力が検出される。

以上の説明から明らかな如く、光ファイバからの光をレンズで平行ビームにして偏光面変換素子を通す場合に、光線を偏光分離してその進行方向を少し変えることができる偏光分離素子として、テーパー状の複屈折物質を使い、しかも光学軸方向を選ぶことにより偏光面が相互に直交する任意

7

8

の方向の偏光を分離できるようにすることにより、小型で偏光依存性のない位相差強度変換素子を実現することができる。なお複屈折板、偏光面変換素子を少し傾けることにより、それらの面での反射光が元に戻るのを防ぐことができる。

偏光面変換素子としてファラデー回転子、磁性ガラス等の磁気光学素子を用いることができる。

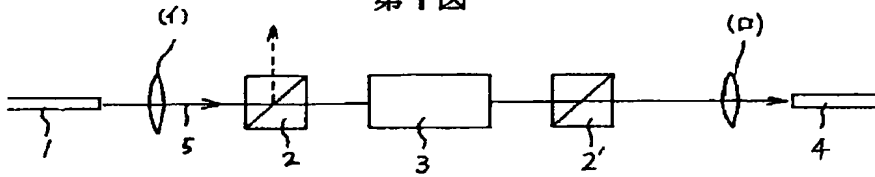
図面の簡単な説明

第1図は従来の位相差強度変換素子を説明する

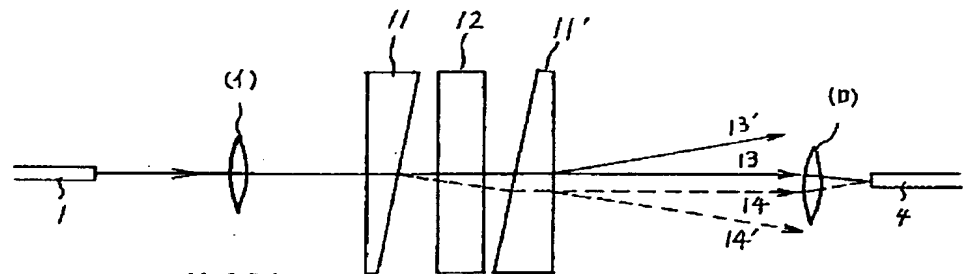
図、第2図は本発明の位相差強度変換素子を説明する図、第3図は本発明の動作を説明する図である。

1, 4: 光ファイバ、11: テーパー状偏光分離素子、11': 11と光学軸を一定角度ずらして切出し、しかもテーパ角の等しいテーパ状偏光分離素子、12: 偏光面変換素子、1, \square : レンズ、13, 13', 14, 14': 光線。

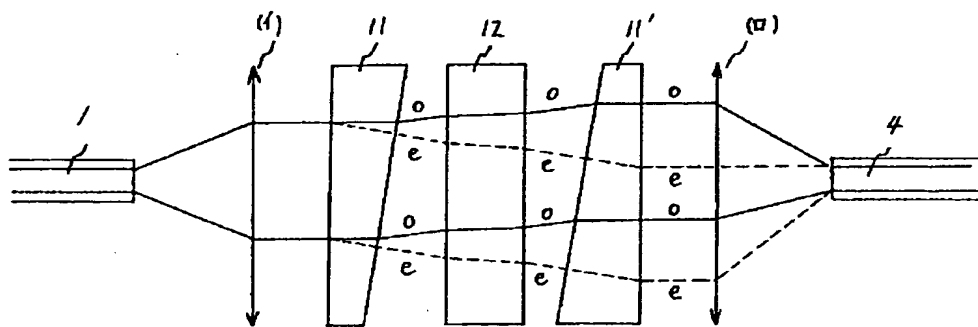
第1図



第2図



第3図 a



第3図 b

